

оптимальний план проведення технічного обслуговування. На базі даної моделі в перспективі можлива розробка електронного програмного комплексу з використанням нейронних мереж [6], який міститиме наступні елементи:

- визначення системи ТОР;
- збір вихідних даних та видача рекомендацій щодо можливих виконувачів ремонту;
- визначення впливу виконувача на собівартість ремонтів, якість, надійність послуг;
- рекомендації щодо реорганізації власних ремонтних структур;
- аналіз результатів використання рекомендацій, корегування.

Для компаній, які експлуатують рухомий склад, і виготовлювачів прозорість інформації про технічні характеристики компонентів є вирішальною умовою та важливим важелем керування в процесі вдосконалення систем з метою оптимізації технічного обслуговування та проєктування [1].

1. Характеристики компонентов подвижного состава / М. John. Eisenbahntechnische Rundschau, 1998, №2/3, S.97-104. // ЖДМ – 2002. – №12. – С.5.

2. Босов А.А., Капица М.И., Мухина Н.А. Учет технологии ремонта при построении системы содержания локомотивов // Тр. IV Науч.-техн. конф. «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте». – М.: МИИТ, 2001. – С.6-8.

3. Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового рухомого складу: Наказ УЗ від 31.01.2005 №030-283.

4. Экономические аспекты службы подвижного состава / Т. Yishikawa, S. Nakayama. International Railway Journal. – 2001. – № 12, p.31-32. // ЖДМ – 2002. – №5. – С.35.

5. Бондар С.Б., Очкасов О.Б., Шепотенко А.П. Оцінка економічної ефективності впровадження раціональної системи ремонту локомотивів // Вісник СНУ ім. В.Даля. – Луганськ: СНУ ім. Даля, 2004. – №8(78). Ч.2. – С.23-26.

6. Жалкин Д.С. Оптимизация системы технического обслуживания и ремонта тепловозов на базе теории нечетких множеств // Вісник СНУ ім. В.Даля. – Луганськ: СНУ ім. Даля, 2004. – №8(78). Ч.2. – С.235-239.

7. Крашенінін О.С., Фалендиш А.П. Оцінка життєвого циклу локомотивів // Збірник наукових праць. Вип.46. – Харків: ХДАЗТ, 2001. – С.55-58.

*Отримано 19.06.2006*

УДК 656.13

О.П.КАЛІНІЧЕНКО, О.В.ДЕНИСЕНКО,  
В.О.ВДОВИЧЕНКО, кандидати техн. наук

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ВІПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ НА СТІЙКІСТЬ ГРАФІКІВ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ**

Розглядається стійкість заздалегідь розроблених графіків спільної роботи при виконанні перевезень вантажними автомобілями.

У сучасних умовах прагнення до інтеграції в Європейський Союз перед автомобільним транспортом постає завдання повного, своєчасного і якісного задоволення потреб народного господарства й населення в перевезеннях на рівні, що дозволить конкурувати з європейськими транспортними компаніями. Рішенню цього завдання повинне сприяти подальше зміцнення та оновлення матеріально-технічної бази транспорту, впровадження сучасної техніки, прогресивних технологій, удосконалювання координації роботи всіх учасників транспортного процесу та тісна взаємодія з іншими галузями народного господарства. Для забезпечення погодженого функціонування всіх учасників транспортного процесу важливе значення має вдосконалювання інформаційного забезпечення транспортної галузі, в тому числі: інформаційне забезпечення функцій керування транспортом, інформаційного супроводу перевезень, інформаційного обслуговування користувачів транспорту.

Підвищення ефективності функціонування автотранспортного підприємства та рівня його конкурентоздатності прямо залежить від чіткої організації спільної взаємодії відправників вантажу, перевізника та одержувачів вантажу.

Саме на рівні оперативного планування перевезеннями можливі значні втрати матеріальних ресурсів за рахунок відсутності графіків спільної роботи, або за умов нерациональної їх розробки.

Застосування графіків забезпечує використання раціональних форм організації перевезень вантажів, погодженість роботи окремих ланок, що здійснюють ці перевезення, створення єдиного транспортно-технологічного процесу. Використання графіків створює умови для встановлення раціонального співвідношення вантажно-розвантажувальних механізмів і рухомого складу з урахуванням виробничої потужності постачальників, попиту споживачів, і можливостей автотранспортних підприємств. Робота всієї транспортної системи за правильно складеними графіками дозволяє значно скоротити витрати, пов'язані з простоем вантажно-розвантажувальних механізмів в очікуванні рухомого складу, а також витрати, пов'язані з простоем вантажних автомобілів в очікуванні обслуговування (навантаження або розвантаження).

Існуючі методики складання графіків спільної роботи, в своїй більшості, засновані на розгляді функціонування транспортного процесу як детермінованої системи [1], що не дозволяє враховувати випадковий характер деяких елементів (часу навантаження-розвантаження, швидкості руху).

Методики, засновані на статистично-вірогіднісних підходах [2], можуть використовуватися для вирішення задач в окремих випадках

та, в своїй більшості, не враховують вплив параметрів транспортного процесу на стійкість розроблених графіків спільної роботи.

Метою даної роботи є аналіз стійкості роботи транспортного комплексу по заздалегідь розробленим графікам спільної роботи вантажних автомобілів та навантажувально-розвантажувальних пунктів.

Для розроблених графіків спільної роботи [3] необхідно визначити вплив параметрів транспортного процесу на стійкість роботи системи, а також визначити межі стійкості системи.

Для дослідження впливу параметрів транспортного процесу на стійкість роботи системи по заздалегідь розробленим графікам спільної роботи були відібрані такі показники:

- кількість автомобілів ( $A$ );
- кількість маршрутів перевезень (що відрізняються довжиною вантажної їздки) ( $N$ );
- середня кількість запланованих їздок на один автомобіль ( $n$ );
- час навантаження одного автомобіля ( $t$ );
- рівень завантаження навантажувально-розвантажувальних механізмів ( $\rho$ );
- середньоквадратичне відхилення швидкості руху автомобілів ( $\sigma$ );
- коефіцієнт варіації часу навантаження одного автомобіля ( $\tau$ ).

Під стійкістю системи розуміється здатність її повертатися до стану сталої рівноваги після зняття збурювання, що порушило цю рівновагу. Нестійка система безупинно віддаляється від рівноважного стану або робить довкола нього коливання зі зростаючою амплітудою.

Показником стійкості системи у випадку виконання робіт по перевезенню вантажів з використанням графіків спільної роботи виступає довжина черги автомобілів, що виникає на пункті навантаження. Система є стійкою, якщо черга, що виникла на пункті навантаження зникне на протязі наступного такту[3] навантаження автомобілів (перший спосіб складання графіків), або в період міжтактового інтервалу (другий спосіб складання графіків).

Відповідно до класичного методу рішення диференціального рівняння стійкості системи визначається у вигляді

$$y(t) = y_{\varepsilon}(t) + y_{\text{вим}}(t), \quad (1)$$

де  $y_{\varepsilon}(t)$  – загальне рішення однорідного диференціального рівняння, тобто рівняння з нульовою правою частиною

$$a_0 \cdot y^{(n)} + a_1 \cdot y^{(n-1)} + \dots + a_{(n)} \cdot y = 0. \quad (2)$$

Фізично це означає, що всі зовнішні впливи зняті й система абсолютно вільна, її рухи визначаються лише власною структурою. Тому рішення даного рівняння називається вільною складовою загального рішення.

$u_{вим}(t)$  – часне рішення неоднорідного диференціального рівняння, під яким розуміється рівняння з ненульовою правою частиною.

Фізично це означає, що до системи прикладено зовнішній вплив  $u(t)$ . Тому друга складова загального рішення називається вимушеною. Вона визначає вимушений сталий режим роботи системи після закінчення перехідного процесу.

Як функції відклику зовнішнього впливу виступають випадкові значення часу навантаження одного автомобіля та швидкість руху.

Параметром, що дозволяє варіювати ступінь стійкості системи, є рівень завантаження навантажувально-розвантажувальних механізмів, що розраховується як

$$\rho = \frac{T_P}{T_P + \Delta}, \quad (3)$$

де  $T_P$  – час роботи навантажувально-розвантажувальних механізмів, год.;  $\Delta$  – запланований простій навантажувально-розвантажувальних механізмів, год.

Дослідження виконували за розробленими графіками спільної роботи двома способами:

- запланований простій механізмів розподіляється на кожне навантаження автомобіля;
- запланований простій механізмів розподіляється на такт.

У першому випадку ймовірність виникнення черги всередині такту значно нижче ніж у другому випадку, проте для другого способу складання графіків, ймовірна черга автомобілів зникає в момент запланованого для простою навантажувального механізму „холостого” такту, що представлено на рис.1.

У результаті досліджень за кожним розробленим графіком проводили імітацію транспортного процесу з фіксацією моментів виникнення черг і кількості автомобілів, які перебувають у черзі.

Для середніх значень діапазону варіювання факторів загальні тенденції розподілу черги вантажних автомобілів в очікуванні навантаження за першим способом складання графіків мають вигляд, показаний на рис.2.

Для другого способу складання графіків загальні тенденції розподілу черги мають вигляд, зображений на рис.3.

Для розроблених графіків спільної роботи перший спосіб складання графіків дає мінімальну сумарну кількість автомобілів, що знаходяться в черзі протягом робочого дня, та дозволяє мінімізувати сумарну довжину графіків.

Аналіз стійкості графіків показав, що для всіх діапазонів зміни параметрів транспортного процесу графіки є стійкими при значеннях рівня завантаження  $\rho=0,85-0,9$ .

Для екстремальних (максимальних) значень обраних параметрів при значеннях  $\rho \rightarrow 0,85$  кількість автомобілів, що знаходяться в черзі уже на початку робочої зміни різко збільшувалась, досягала критичного значення і не зменшувалась до кінця робочої зміни. При цьому значно збільшувалась довжина розкладу (рис.4).

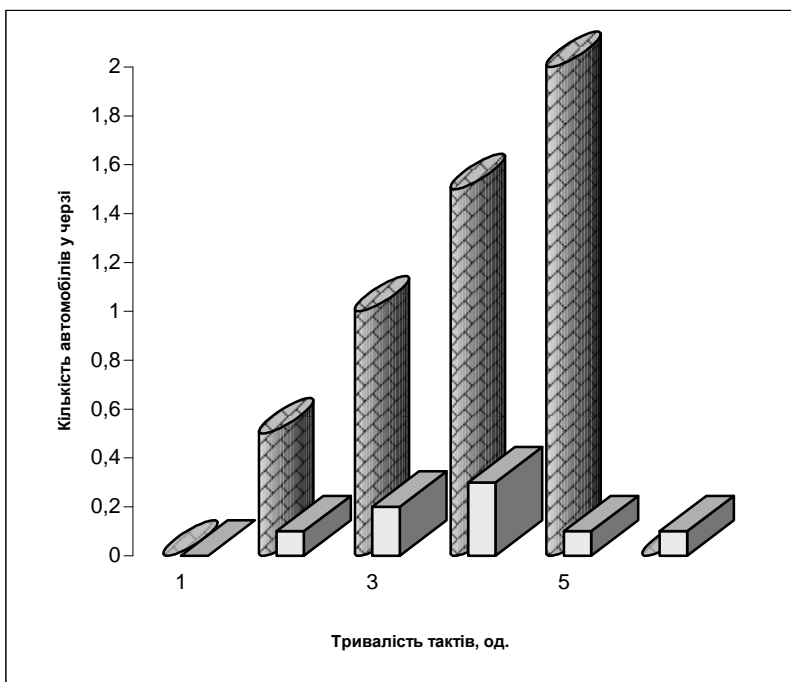


Рис.1 – Виникнення черги автомобілів:

■ – перший спосіб складання; ■ – другий спосіб складання.

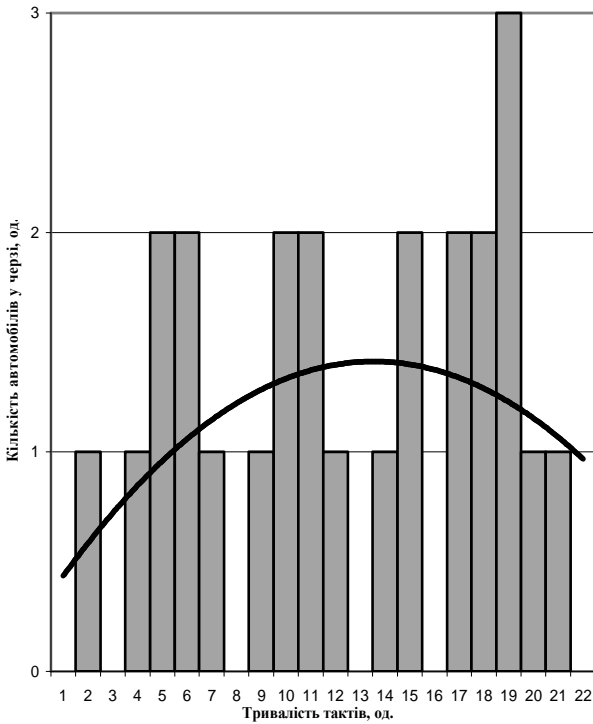


Рис.2 – Розподіл черги автомобілів (перший спосіб)

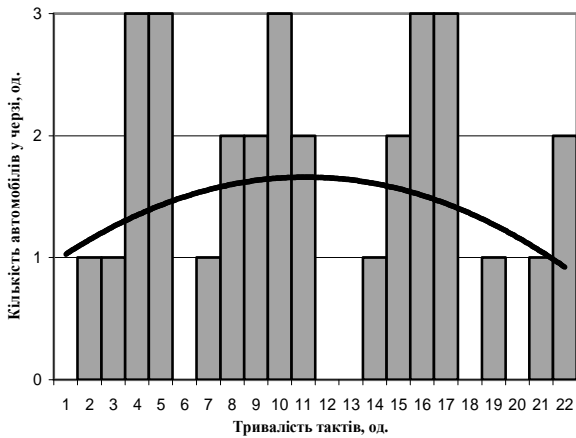


Рис.3 – Розподіл черги автомобілів (другий спосіб)

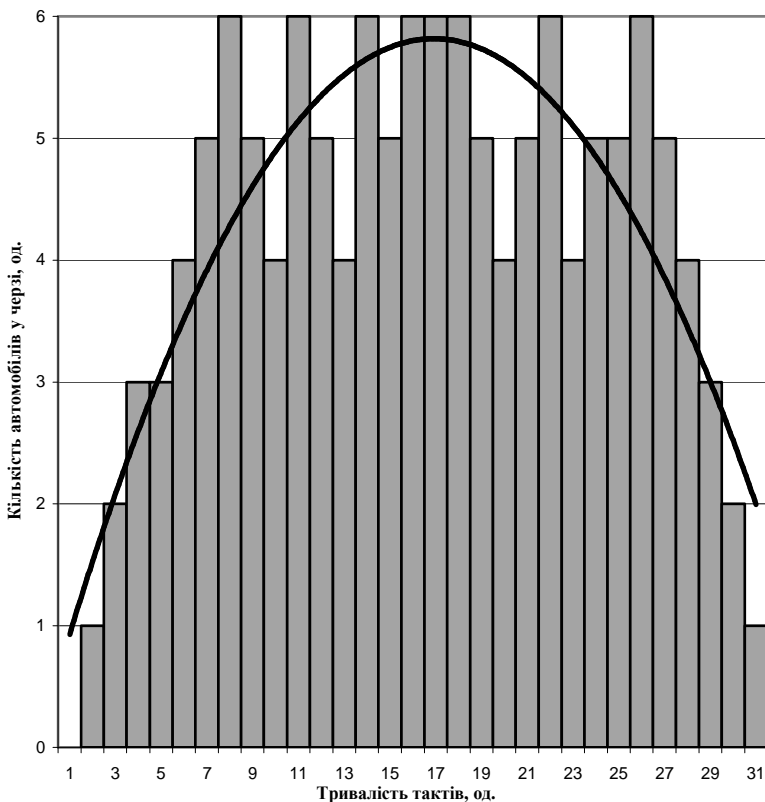


Рис.4 – Розподіл черги автомобілів ( $\rho=0,95$ )

Для мінімальних і середніх значень рівнів варіювання параметрів стійкість графіків знаходиться в діапазоні зміни  $\rho \rightarrow 0,9$ .

Таким чином, у результаті проведених досліджень визначено, що графіки спільної роботи є стійкими при значеннях  $\rho < 0,85$  для будь-яких значень параметрів транспортного процесу з діапазону зміни, що розглядався. Графіки доцільно розробляти першим способом, із заданням запланованого простою на кожне навантаження, якщо цьому не суперечить технологія виконання транспортного процесу.

1.Беленький А.С., Левнер Е.В. Применение моделей и методов теории расписаний в задачах оптимального планирования на грузовом транспорте // Автоматика и телемеханика. – 1989. – №1. – С.3-7.

2.Воркут А.И. Разработка теоретических основ и методов рациональной организации транспортного процесса при автомобильных перевозках партионных грузов: Дисс. ... д-ра техн. наук. – К.: КАДИ, 1987. – 299 с.

3.Калининченко А.П. Разработка графиков совместной работы участников авто-транспортного процесса // Автомобильный транспорт. Вып.6. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – С.19-21.

*Отримано 30.05.2006*

УДК 681.513 : 620.1

В.И.НОСКОВ, канд. техн. наук

*ГП «Завод «Электротяжмаш», г.Харьков*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЯГОВЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ**

Рассматривается задача построения математической модели электромеханической системы подвижного состава с тяговыми асинхронными двигателями, приводятся их модели и результаты исследований с учетом технико-эксплуатационных условий функционирования и разной степени загрузки. Результаты исследований представлены в виде графических зависимостей и таблиц.

Стратегической целью государственной политики Украины в развитии транспорта является создание конкурентоспособного подвижного состава, а также современных отечественных мощностей для его производства и, таким образом, резкое уменьшение импортной зависимости Украины от поставок подвижного состава из стран СНГ и Западной Европы. В частности, государственной программой «Развитие рельсового подвижного состава социального назначения для железнодорожного транспорта и городского хозяйства», предусмотрено производство современных магистральных грузовых и пассажирских локомотивов, дизель- и электропоездов, вагонов метрополитена и трамвая. К тому же, Кабинет Министров Украины утвердил концепцию Государственной целевой программы внедрения на железных дорогах скоростного движения пассажирских поездов на 2005-2015 гг. Реализация этой программы позволит связать скоростными линиями столицу Украины с большинством областных и больших индустриальных центров, увеличить скорость движения пассажирских поездов до 200 километров в час, сократить длительность пребывания пассажиров в пути с 6-10 до 3-5 часов, увеличить заполняемость пассажирских вагонов в 1,5-1,8 раза.

В ходе выполнения Государственной программы в течение последних лет ОАО ХК «Лугансктепловоз» совместно с ГП «Завод «Электротяжмаш» (г.Харьков) и ОАО НИИ «Преобразователь»